

POWER SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.: 61-265849 [JP 61265849 A]
PUBLISHED: November 25, 1986 (19861125)
INVENTOR(s): IMANAKA, HIDEYUKI
 MIYAKE, MASANOBU
APPLICANT(s): SHARP CORP [000504] (A Japanese Company or Corporation), JP
 (Japan)
APPL NO.: 60-108863 [JP 85108863]
FILED: May 20, 1985 (19850520)
INTL CLASS: [4] H01L-023/40
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS — Solid State Components)
JOURNAL: Section: E, Section No. 499, Vol. 11, No. 119, Pg. 36, April
 14, 1987 (19870414)

ABSTRACT

PURPOSE: To reduce the number of component parts and simplify assembling work, by performing the mounting of a power semiconductor device on a heat radiating fin unit for cooling the power semiconductor device by utilizing bonding agent layer having thermal conductivity.

CONSTITUTION: In the inside of a power semiconductor device, an inner circuit substrate 1 is provided. Copper patterns 2a, 2b, 2c and 2d are formed on the upper surface. A copper pattern 2e is formed on the lower surface. The inner circuit substrate 1 is stuck to a flat part 7a of a heat radiating fin unit 7 with a bonding agent layer 8 comprising a resin bonding agent having thermal conductivity, which is provided on the heat radiating fin unit 7. Heat, which is yielded in semiconductor elements 5a and 5b owing to the operation of the power semiconductor, is conducted to the heat radiating fin unit 7 through the bonding agent layer 8 and discharged into air. In this constitution, members such as a heat radiating metal plate, grease and attaching screws can be omitted, and the number of parts is reduced to a large extent.

⑨日本国特許庁(JP)

⑩特許出願公開

⑪公開特許公報(A) 昭61-265849

⑫IPC Cl.
H 01 L 23/40識別記号 厅内整理番号
6835-5F

⑬公開 昭和61年(1986)11月25日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭発明の名称 電力半導体装置

⑮特 願 昭60-108863

⑯出 願 昭60(1985)5月20日

⑰発明者 今中秀行 大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

⑱発明者 三宅正展 大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

⑲出願人 シャープ株式会社 大阪市阿倍野区長池町22番22号

⑳代理人 弁理士原謙三

明細書

1. 発明の名称

電力半導体装置

2. 特許請求の範囲

1. 装置冷却用の放熱フィンを有し、装置内部に設けられ上下両面に網バターンを形成した内部回路基板上に、電気的に接続する構成部材を設けた電力半導体装置において、前記内部回路基板下面の網バターンは、上記放熱フィンの平面部上に、熱伝導性を有する樹脂から成る接着剤層により接着させたことを特徴とする電力半導体装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、空気中への放熱により装置の冷却を行うための放熱フィンを備えた電力半導体装置に関するものである。

(従来技術)

従来、電力半導体装置は作動時の電力損失が大きく、その電力損失によって生じる発熱量を電力

半導体装置單独では散熱しきれないため、装置全体に著しい温度上界を招くものであった。この温度上界により、装置内部に設けられた半導体素子の許容最高温度（シリコン半導体では通常125°C~150°C）を超える危険性がある場合には、電力半導体装置は、第4図に示すように、その装置の消費電力に応じた冷却能力を有する放熱フィン12に接着して使用されていた。上記放熱フィン12はその材料として通常アルミニウムの押出し型材が用いられ、一方の面には平面部12-aが形成され、他方の面には複数のひだ状の突起部13-aが設けられている。電力半導体装置の内部には、第5図に示すように、セラミックから成り、両面に網バターン15-a・15-b・15-c・15-dおよび15-eの形成された内部回路基板14が設けられている。この内部回路基板14上には、上記網バターン15-a・15-b・15-c・15-dを介して入出力端子17及び半導体素子18-a・18-bを半田付けしている半田層16-aが形成されている。上記一方の半導体素子18-aの上面

と鋼バーン 1.5 b、及び鋼バーン 1.5 d と前方の半導体電子 1.8 e の上面は、それぞれオーバイングワイヤ 1.9 - 1.9 により接続されている。このような内部回路基板 1.4 は、その下面に形成された上記鋼バーン 1.5 c を介して半田層 2.0 の半田により放熱用金属板 2.1 に半田付けされている。上記の放熱用金属板 2.1 は熱伝導率の高い鋼板に酸化防止用のニッケルマッキ等の表面処理を施したものであり、ある程度の放熱性能を有するものである。上記の放熱用金属板 2.1 の上面は内部回路基板の半田付けを容易にするために、また底面は他の放熱部である放熱フィン 1.2 への接着を容易するために、それぞれ平坦な構造になっている。放熱用金属板 2.1 上には電力半導体装置の外殻の一部を形成する外枠 2.2 が設けられ、放熱用金属板 2.1 及び外枠 2.2 により形成される空隙中には、油槽を完備して内部の構成部材を保護するための内装樹脂層 2.3 が形成されている。この内装樹脂層 2.3 上には、電力半導体装置の上部外殻を形成し、電子 1.7 一を固定するための外

装樹脂層 2.4 が形成されている。

以上のように、半導体電子 1.8 e - 1.9 から放熱用金属板 2.1 までの熱伝導性を考慮した構造により、上記の各部の熱抵抗は 1.1 - 1.23 ビーとなる。しかし、仮に上記放熱用金属板 2.1 が底面 1.1 - 1.2 面積 1.0 × 4.0 品の鋼板とすれば、該用金属板 2.1 から空気中への熱抵抗は約 1.0 ビーとなり、半導体電子 1.8 e - 1.9 での消費電力を 2.0 W とすると、上記半導体電子 1.8 e - 1.9 の温度は 2.0 °C 上を越えることになる。従って、先述した放熱フィン 1.2 による放熱が必要となるものである。放熱フィン 1.2 に対する電力半導体装置の接着は、第 4 図のよう上記放熱用金属板 2.1 と放熱フィン 1.2 の平面部 1.2 a との間に熱伝導性の良いグリス層 2.5 を設け、該部外枠 2.2、放熱用金属板 2.1 及び放熱フィン 1.2 を、これらのビス孔通孔 2.6 - 2.6、2.7 - 2.7 に貫通した取付ビス 2.8 - 2.8 により固定されてい。尚、上記グリス層 2.5 により、放熱用金属板 2.1 及び放熱フィン 1.2 間の熱抵抗は小さく抑えられ

るので、約 0.2 ビー程度の熱抵抗が存在することになる。

ところが、上記從来の構造では、放熱用金属板 2.1 と放熱フィン 1.2 の接合には、これら二者間にグリス層 2.5 を設け、取付ビス 2.8 - 2.8 によりビス止めして固定するものであるため、確立作業が非常に手間取るという欠点があった。また、放熱用としての放熱フィン 1.2 を別に設げているため、放熱用金属板 2.1 は不要なものとなってしまい、これに起因して部品点数の増加及びコストアップを招来するといった問題点を有する。

(発明の目的)

本発明は、上記從来の問題点を考慮してなされたものであつて、電力半導体装置を利用の放熱フィンに対する電力半導体装置の接着を接着剤にて行うことにより、部品点数の減少及び確立作業の簡素化をはかることが出来、ひいてはコストダウンを達成することができる電力半導体装置の構成を目的とするものである。

(0-4-161849)

本発明の電力半導体装置は、電源冷却用の放熱フィンを有し、装置内部に設けられ上下両面に鋼バーンを形成した内部回路基板上に、電気的に接続する構成部材を設けた電力半導体装置において、該部内装樹脂板下部の鋼バーンは、上記放熱フィンの平面部上に、熱伝導性を有する樹脂から成る接着剤により接合させたことにより、部品点数を削減しつつ確立作業を簡素化できるように構成したことを特徴とするものである。

(実施例)

本発明の一実施例を第 1 図乃至第 3 図に示す。以下に説明する。

電力半導体装置の内部には、電気的連絡性が高くかつ熱伝導率の高いセラミックを基材として形成され両面基板として機能する内部回路基板 1 が設けられている。この内部回路基板 1 の上面には鋼バーン 2 a - 2 b - 2 c - 2 d が形成されており、下面には鋼バーン 2 e が形成されている。上記の鋼バーン 2 e 上には、入出力端子 4 及び半導体電子 1.8 e を所定の間隔を保つ形で

けした半田層 3 が形成されている。また鋼バターン 2 b・2 c 上にはそれぞれ入出力端子 4 b と半導体素子 5 b が半田層 3 により半田付けされおり、さらに鋼バターン 2 d 上には半田層 3 により入出力端子 4 c が半田付けされている。上記の半導体素子 5 a の上面と鋼バターン 2 b、及びこの鋼バターン 2 b と半導体素子 5 b とはそれぞれボンディングワイヤ 6・6 によりボンディングされ結線されている。上記のボンディングワイヤ 6 は、半導体素子 5 a・5 b の電極配置に応じて幅 2.00~5.00 μ のアルミニウム線或いは金線が適宜用いられる。このような内部回路基板 1 は、アルミニウムの押出し型材から成る放熱フィン 7 の平面状を成す平面部 7 a に貼着されている。上記放熱フィン 7 の平面部 7 a とは反対側の面には、同一重量で放熱効果を高めるため複数のひだ状の突起部 7 b ... が形成されている。放熱フィン 7 は、この放熱フィン 7 が用いられる電力半導体装置の使用条件及び使用目的に応じてその大きさ及び形状が決定される。また放熱フィン 7 は熱

伝導性がよく軽量かつ安価であることが要求されており、前述したアルミニウムの押出し型材が比較的これらの条件に適合し得るものとして利用される。尚、上記内部回路基板 1 と放熱フィン 7 は、放熱フィン 7 の材質がアルミニウムであるため半田付けによる接合は不可能である。このため、放熱フィン 7 の材料を他の半田付け性の良い鋼またはニッケル等に置き換えるか、或いは放熱フィン 7 にソフキ処理を施すこととも考えられるが、これらの方は放熱フィン 7 の大型化に対応してコスト嵩を招くものである。よって本装置では放熱フィン 7 に熱伝導性を有する樹脂の接着剤から成る接着剤層 8 がスクリーフ印刷されており、この接着剤層 8 により内部回路基板 1 が放熱フィン 7 に貼着されている。また上記放熱フィン 7 には、電力半導体装置の外観の一部を形成し、上記内部回路基板 1 に設けられた部材を側面から覆う円筒状の外枠 9 が別の接着剤層 8' により貼着されている。上記の外枠 9 及び放熱フィン 7 により形成された断面状の内部には、同じく内部に設けられた

半導体素子 5 a・5 b の裏面の保護及びボンディングワイヤ 6・6 の物理的衝撃からの保護のため、樹脂の充填により内壁樹脂層 10 が形成されている。この内壁樹脂層 10 の樹脂は、注入口には液状であり、注入後はゲル化されるものである。上記の内壁樹脂層 10 上には、本装置の上部外殻を形成しエポキシ樹脂から成る外壁樹脂層 11 が形成されている。この外壁樹脂層 11 により端子 4 a・4 b・4 c が固定されている。

上記の構成において、電力半導体の作動により半導体素子 5 a・5 b から発生された熱は半田層 3・3、鋼バターン 2 a・2 b・2 c・2 d・2 e 、セラミック基板 1、鋼バターン 2 e 及び接着剤層 8 を経由して放熱フィン 7 に伝導される。そして、この放熱フィン 7 から上記の熱が空気中へ放出されることにより、半導体素子 5 a・5 b が冷却される。上記の熱の伝導過程において、熱は半導体素子 5 a・5 b 下方の放熱フィン 7 の方向へ伝導されると同時に後方側へも伝導され、第 2 図に示すように、熱の伝導方向の中心軸に対しておよそ 45° の広が

りをもって伝導されることが知られている。今、熱の伝導性材の熱伝導率を λ (cal/cm² °C) 、この材の厚みを t (cm) 、材の断面積を S (cm²) とすると、この材の熱抵抗 R (°C) は、

$$R = \frac{1}{\lambda} \times \frac{t}{S} \quad (1)$$

で算出される。ここで、電力半導体装置によく用いられるセラミック基板 1 の厚み 0.6mm、鋼バターン 2 a・2 b・2 c・2 d・2 e の厚み 0.1~0.3mm 程度のものを想定すると、半導体素子 5 a・5 b から接着剤層 8 に至るまでの距離は約 1cm となる。今考へている電力半導体素子 5 a・5 b は少なくとも 1~2cm 以上のものであり、半導体素子 5 a・5 b の大きさを板に 7cm 角とすると、接着剤層 8 部分の熱伝導率に寄与する断面積 S は、 $S = (L + 2)(W + 4.5)^2$ (cm²) 、($L = 0.7$, $W = 0.13$) すなわち 9cm 角程度の大きさになる。接着剤層 8 に厚み 1.00 mm、熱伝導率 $\lambda = 1 \times 10^{-1}$ (cal/cm² °C) 程度の樹脂を使用す

れば、(1)式より接着剤層3の熱伝導率 $\lambda = 0 \sim 0.3$ ワット/度となる。一方、従来の電力半導体装置の場合は、第3図に示すように、半田層2-0、放熱用金属板2-1及びグリス層2-5が本装置の接着剤層3の代わりに存在することになる。しかしこれらの部材の熱伝導率は、半田層2-0の熱伝導率 $\lambda = 0.8 \times 1.0^{-3}$ (cal/度・cm²・W)、鋼を基材とする放熱用金属板2-1の熱伝導率 $\lambda = 9.2 \times 1.0^{-3}$ (cal/度・cm²・W)で示されるように、上記接着剤層3の熱伝導率 $\lambda = 1 \times 1.0^{-3}$ (cal/度・cm²・W)よりも相当高く、無視し得るものである。従来の電力半導体装置において熱伝導率大きく影響するのは放熱用金属板2-1と放熱フィン1-2との接触部の熱抵抗であり、この熱抵抗は $\theta = 0.2$ ワット/度となる。よって前記本装置の接着剤層3の熱抵抗 θ は上記従来方式の熱抵抗 θ に近い値であり、接着剤層3に通常用いられる熱伝導率の高いものを使用すれば、従来の装置に対して放熱構造における劣化は殆ど招来しない。また、本装置の放熱構造をさらに向上させるには、

接着剤層3の熱伝導率 λ を $\lambda = 2 \times 1.0^{-3}$ (cal/度・cm²・W)以上に固定すればよく、これにより熱抵抗 $\theta = 0.15$ ワット/度となり従来方式以上の放熱効率が得られる。上記接着剤層3の熱伝導率を向上させるには、接着剤層3を形成する接着剤への高熱伝導性充填剤の配合率を増加すれば良いが、その反面、接着剤が劣化される。しかし、入出力端子4-1・4-2・4-3が外端出端子4-4により固定されているので強度的に問題はない。このため、接着剤層3の接着剤の接着強度をある程度確保することにより本装置の放熱構造を向上させることは実用上可能である。

(発明の結果)

本発明の電力半導体装置は、以上のように、電力半導体装置の外殻の一部を形成する外殻及び下面に鋼バーナーを有する内部回路基板をこの鋼バーナーを介して、放熱フィンの平面部に熱伝導性を有する樹脂から成る接着剤により貼着した構造である。それ故、従来用いられていた放熱用金属板、グリス、取付ビス等の部材が不要になり、部

品個数が大幅に削減される。また上記取付ビスを削減するため外枠及び放熱フィン等に形成されていた取付ビス削減孔も必要でなくなり、これにより加工工数が減少される。また上記品個数の減少及び上記内部回路基板における放熱フィンへの接着剤による取付け改変により、組立作業が大幅に簡素化される。さらに、以上の部品個数の減少、加工工数の減少及び組立て作業の簡素化等により、コストダウンを実現する等の優れた効果を有する。

4. 図面の簡単な説明

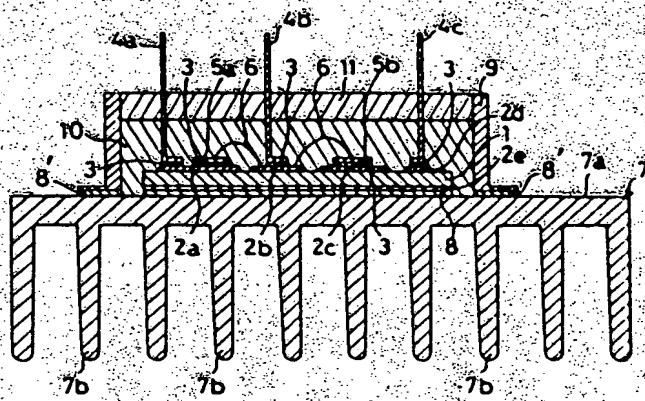
第1図は本発明の一実施例を示す断面図、第2図は第1図に示した電力半導体装置の熱伝導の状態を示す模式図、第3図は従来の電力半導体装置の熱伝導の状態を示す模式図、第4図は従来例を示す正面図、第5図は第4図に示した電力半導体装置の内部を示す断面図である。

1は内部回路基板、2-0・2-1・2-2・2-3・2-4・2-5は鋼バーナー、3は半田層、4-1・4-2・4-3は入出力端子、5-1・5-2は半導体素子、6は

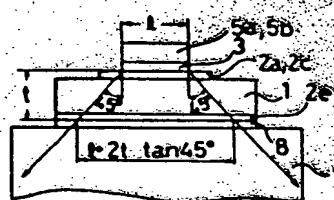
特許出願人 フィード株式会社
代理人 齋藤士 原 増



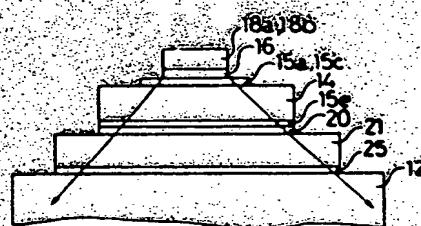
第1図



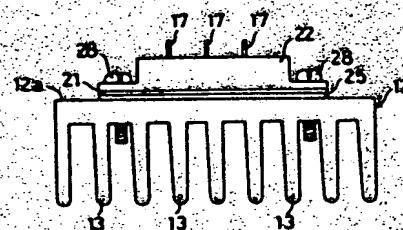
第2図



第3図



第4図



第5図

